

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2002 Thomson Derwent. All rts. reserv.

011451284

WPI Acc No: 1997-429191/*199740*

XRAM Acc No: C97-137219

Preparation of hydroxyalkanoic acid copolymer with high 4-hydroxybutyrate content - comprises extraction of copolymer from microbe by mixing surfactant-containing acetone with wet microbe body and heating

Patent Assignee: MEIJI SEIKA KAISHA LTD (MEIJ); TAISEI CONSTR CO LTD (TAKJ)

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 9191893	A	19970729	JP 968577	A	19960122	199740 B

Priority Applications (No Type Date): JP 968577 A 19960122

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 9191893	A	6	C12P-007/62	

Abstract (Basic): JP 9191893 A

The preparation is of a hydroxyalkanoic acid copolymer which comprises 3-hydroxybutyrate (3HB) unit and 4-hydroxybutyrate (4HB) unit. The process involves extracting and separating the hydroxyalkanoic acid copolymer accumulated in the body of a microbe. The extraction of the hydroxyalkanoic acid copolymer is carried out by mixing a surfactant containing acetone with the wet body of the microbe and heating.

ADVANTAGE - There is no need for drying of the microbe body and the extraction can be effected in a short period. A copolymer of high 4HB content can be separated selectively.

Dwg.0/0

Title Terms: PREPARATION; HYDROXY; ALKANOIC; ACID; COPOLYMER; HIGH; BUTYRATE; CONTENT; COMPRISE; EXTRACT; COPOLYMER; MICROBE; MIX; ACETONE; WET; MICROBE; BODY; HEAT

Derwent Class: A23; D16

International Patent Class (Main): C12P-007/62

International Patent Class (Additional): C08G-063/06; C12P-007/62;

C12R-001-01

File Segment: CPI

Manual Codes (CPI/A-N): A03-C; A05-E02; A10-D05; A10-G01B; D05-C; D05-H13

Polymer Indexing (PS):

<01>

001 018; G2120 G2108 D01 D60 F35 D11 D10 D50 D84 F27 F26 F36; R24028 P0599 D01 D11 D10 D50 D63 D84 F41; H0022 H0011; P1978-R P0839 D01 D50 D63 F41; L9999 L2528 L2506; L9999 L2186-R

002 018; ND03; ND07; Q9999 Q8082; N9999 N6655-R; N9999 N5890 N5889; N9999 N6439; N9999 N6177-R; N9999 N6780-R N6655; K9665

003 018; C999 C044 C000; C999 C282; C999 C306

004 018; A999 A566-R

005 018; R00272 G1525 D01 D11 D10 D50 D83 F23; A999 A475

Derwent Registry Numbers: 1207-S; 1706-S



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-191893

(43)公開日 平成9年(1997)7月29日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
C12P 7/62			C12P 7/62	
C08G 63/06	NLQ		C08G 63/06	NLQ
#(C12P 7/62				
C12R 1:01)				

審査請求 未請求 請求項の数6 O.L. (全6頁)

(21)出願番号	特願平8-8577	(71)出願人	000206211 大成建設株式会社 東京都新宿区西新宿一丁目25番1号
(22)出願日	平成8年(1996)1月22日	(71)出願人	000006091 明治製菓株式会社 東京都中央区京橋2丁目4番16号
		(72)発明者	斎藤 祐二 東京都新宿区西新宿一丁目25番1号 大成建設株式会社内
		(72)発明者	友沢 孝 東京都新宿区西新宿一丁目25番1号 大成建設株式会社内
		(74)代理人	弁理士 平木 祐輔 (外1名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ヒドロキシアルカン酸共重合体の製造方法

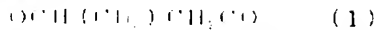
57:【要約】

【解決手段】 3-ヒドロキシブチレート単位(3HB成分)と1-ヒドロキシブチレート単位(1HB成分)とからなるヒドロキシアルカン酸共重合体生産能を有する微生物の菌体内に蓄積された前記ヒドロキシアルカン酸共重合体を抽出・分離する工程を含む前記共重合体の製造方法において、前記共重合体の抽出を、前記菌体の湿菌体に界面活性剤含有アセトンを混合し、加熱することにより行うことを特徴とする、製造方法。

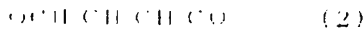
【効果】 湿菌体から前記共重合体を抽出することから、乾燥菌体、乾燥を行う必要がなく、しかも抽出時間も短縮することができるので、製造工程の効率化を図ることができる。更に、菌体に3HB成分含量の高い共重合体と1HB成分含量の高い共重合体とが蓄積されている場合に、1HB成分含量の高い共重合体を容易に精度よく選択的に分離・精製することができる。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 下記式(1)：



で表される3-ヒドロキシブチレート単位と、下記式(2)：



で表される4-ヒドロキシブチレート単位とからなるヒドロキシアルカン酸共重合体生産能を有する微生物の菌体内に蓄積された前記ヒドロキシアルカン酸共重合体を抽出・分離する工程を含む前記ヒドロキシアルカン酸共重合体の製造方法において、

前記ヒドロキシアルカン酸共重合体の抽出を、前記菌体の湿菌体に界面活性剤含有アセトンを混合し、加熱することにより行うことを特徴とする、ヒドロキシアルカン酸共重合体の製造方法。

【請求項2】 微生物がコマモナス(*Comamonas*) 属に属する微生物である、請求項1に記載のヒドロキシアルカン酸共重合体の製造方法

【請求項3】 界面活性剤が陰イオン又は非イオン界面活性剤である、請求項1又は2に記載のヒドロキシアルカン酸共重合体の製造方法

【請求項4】 湿菌体に界面活性剤含有アセトンを混合し、加熱した後、菌体残渣を除去し、次いで残ったアセトン溶液を貧溶媒と混合してヒドロキシアルカン酸共重合体を析出させて分離することを特徴とする、請求項1～3のいずれか1項に記載のヒドロキシアルカン酸共重合体の製造方法

【請求項5】 貧溶媒が、メタノール又はヘキサンであることを特徴とする、請求項4に記載のヒドロキシアルカン酸共重合体の製造方法

【請求項6】 菌体内に蓄積される前記ヒドロキシアルカン酸共重合体が、3-ヒドロキシブチレート単位含量が高い共重合体とγ-ヒドロキシブチレート単位含量が高い共重合体を含む場合に、γ-ヒドロキシブチレート単位含量が高い共重合体を選択的に抽出する、請求項1～5のいずれか1項に記載のヒドロキシアルカン酸共重合体の製造方法

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、生分解性のγ-ヒドロキシブチレート単位(以下、3HB成分という。)とγ-ヒドロキシブチレート単位(以下、4HB成分という。)とからなるヒドロキシアルカン酸共重合体(以下、P(3HB-co-4HB)という。)を、微生物を用いて効率的に製造する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】多くの微生物は、3-ヒドロキシ酪酸(3HB)のモノポリマーをエネルギー貯蔵物質として蓄積する。さらに近年では、用いる微生物や炭素源の種類に応じて、γ-ヒドロキシ酪酸と、γ-ヒドロキ

シブチオン酸(3HP)やγ-ヒドロキシ酪酸(4HB)などの他のヒドロキシアルカン酸とがランダムに共重合したヒドロキシアルカン酸共重合体の発酵合成も確認されている。これらの共重合体は、その共重合組成に応じて多様な性質を示すことから、微生物によって分解可能である、生分解性プラスチック材料として大いに注目されている。特に、4HB成分含量の高いP(3HB-co-4HB)は、ポリエチレンやナイロンなどの汎用ポリマー以上の力学的強度と、優れた生分解性を兼ね備えていることから、環境に調和したプラスチック素材として期待されている。

【0003】ところで、微生物を用いてヒドロキシアルカン酸重合体又は共重合体を製造する場合、これらの重合体又は共重合体はエネルギー貯蔵物質として微生物体内に蓄積されるため、菌体から分離・精製するための工程が必要となる。

【0004】菌体内からの代表的な分離・精製方法としては、例えば、ヒドロキシアルカン酸重合体及び/又は共重合体が蓄積された微生物の菌体を乾燥し、乾燥菌体からクロロホルムや塩化メチレンなどのハロゲン系有機溶剤を用いて前記重合体及び/又は共重合体を抽出した後、抽出液をメタノールやヘキサンなどの貧溶媒と混合することによって前記重合体及び/又は共重合体を析出させて回収する方法(第1の方法)、ヒドロキシアルカン酸重合体及び/又は共重合体が蓄積された微生物の細胞質をプロテアーゼで溶解させ、界面活性剤を用いて当該重合体及び/又は共重合体を精製する方法(第2の方法)が挙げられる。

【0005】しかしながら、上記第1の方法は、高純度かつ高収率でヒドロキシアルカン酸重合体及び/又は共重合体の分離・精製が可能であるが、菌体を乾燥させる工程が必要であるため効率が悪く、さらに環境規制に関わるハロゲン系有機溶剤を使用することなどの問題がある。また、第2の方法では、抽出方法として細胞質分解酵素であるプロテアーゼを用いるために高価であり、実用化には問題がある。

【0006】一方、用いる微生物の種類や培養条件によっては、3HB成分含量が高いP(3HB-co-4HB)と、4HB成分の含量が高いP(3HB-co-4HB)とを同時に蓄積することがある。このような場合、従来の方法では、3HB成分の含量が高いP(3HB-co-4HB)と4HB成分の含量が高いP(3HB-co-4HB)とが混合した状態で一緒に抽出されるので、どちらか一方を得るためにはそれぞれを分離するための精製工程が必要となるという問題もある。

【0007】

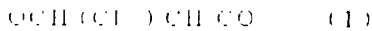
【発明が解決しようとする課題】したがって、本発明の課題は、環境規制に関わるハロゲン系有機溶剤を用いずに、効率的に3HB成分と4HB成分とからなるヒドロキシアルカン酸共重合体(以下、P(3HB-co-

co-4HB)をいう。)を微生物を用いて製造する方法を提供することにある。特に、本発明は、微生物菌体内に3HB成分含量が高いP(3HB-co-4HB)と、4HB成分含量が高いP(3HB-co-4HB)が蓄積される場合には、4HB成分含量が高いP(3HB-co-4HB)(通常、1HB成分含量が40モル%以上のもの)を該菌体から選択的に抽出することが可能なヒドロキシアルカン酸共重合体の製造方法を提供することを課題とする。

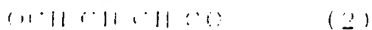
【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明は、下記式(1)：



で表される3-ヒドロキシブチレート単位(3HB成分)と、下記式(2)：



で表される4-ヒドロキシブチレート単位(4HB成分)とからなるヒドロキシアルカン酸共重合体(P(3HB-co-4HB))生産能を有する微生物の菌体内に蓄積された前記ヒドロキシアルカン酸共重合体を抽出・分離する工程を含む前記ヒドロキシアルカン酸共重合体の製造方法において、前記ヒドロキシアルカン酸共重合体の抽出を、前記菌体の湿菌体に界面活性剤含有アセトンと混合し、加熱することにより行うことを特徴とする、ヒドロキシアルカン酸共重合体の製造方法を提供するものである。

【0009】本発明においては、微生物菌体内に蓄積された上記P(3HB-co-4HB)の抽出を、界面活性剤を含有するアセトンと混合して加熱することにより行う。この場合、湿菌体をそのまま界面活性剤含有アセトンに混合すればよいので菌体を乾燥する必要がなく、生産性、経済性に優れる。また、湿菌体と界面活性剤含有アセトンとを混合して加熱する際の加熱温度はアセトンの沸点程度(以下)であれば問題はなく、好ましくは50~60℃である。加熱温度が低すぎると抽出効率及び抽出速度が低下する。更に、抽出時間は、通常3~10時間程度である。

【0010】界面活性剤の種類は特に限定されず、具体的には、N-アルキルアミノ酢酸塩、アルキルスルホン酸塩、アルキルベンゼンスルホン酸塩、アルケンスルホン酸塩、脂肪酸塩、硫酸エステル塩、硫酸アルキルフェニルポリオキシエチレン塩、硫酸アルキルポリオキシエチレン塩、リン酸アルキルポリオキシエチレン塩等の陽イオン界面活性剤、アルキルフェニルポリオキシエチレンエーテル、アルキルポリオキシエチレンエーテル、脂肪酸ポリオキシエチレンエステル、Tween系界面活性剤(ポリオキシエチレンソルビタン脂肪酸エステル)、ポリオキシエチレンポリオキシプロピレン、N-ヒドロキシエチルアルカンアミド等の非イオン界面活性剤：1-(2-アシルアミノエチル)-1-メチル-2-アルキルイミダゾリニウム塩、アルキルトリメチルアンモニウム塩、アルキル

ルヒリニウム塩、アルキルベンジルジメチルアンモニウム塩、アルキルメチルジホリエキシアンモニウム塩等の陽イオン界面活性剤；N-アルキルアミノ酸、N-アルキルジメチルアミノ酸、アルキルジメチルアミノキシンド等の両性界面活性剤が例示され、これらの中で好ましいのは陰イオン界面活性剤及び非イオン界面活性剤であり、更に好ましいのはTween80及びドデシル硫酸ナトリウムである。

【0011】また、アセトン中の界面活性剤の配合量は、0.05~0.5重量%の範囲が好ましい。界面活性剤の配合量が高すぎると抽出したP(3HB-co-4HB)に界面活性剤が混在するとともにP(3HB-co-4HB)の分子量の低下を招き、界面活性剤の配合量が低すぎると抽出効率が低下する。

【0012】菌体から上記P(3HB-co-4HB)を抽出した後、P(3HB-co-4HB)を回収するには、従来公知の方法で行うことができる。具体的には、上記菌体とアセトンの混合液から菌体残渣を濾過又は遠心分離により除去し、次いで残ったアセトン溶液を蒸留液と混合してP(3HB-co-4HB)を析出させることによってP(3HB-co-4HB)を回収することができる。蒸留液の種類は特に限定されず、具体的にはメタノール、ヘキサン、ペンタン、水等が例示され、好ましいのはメタノール及びヘキサンである。

【0013】本発明で用いる微生物は、P(3HB-co-4HB)生産能を有する微生物であればいずれのものでもよい。例えば、コマモナス(*comamonas*)属、アルカリゲネス(*Alcaligenes*)属、ロドコッカス(*rhodococcus*)属等に属するものであって、P(3HB-co-4HB)生産能を有する微生物が挙げられる。具体的には、コマモナス・アシドボランズ(*Comamonas acidovorans*)、アルカリゲネス・ユートロファス(*Alcaligenes eutrophus*)、アルカリゲネス・ラタス(*Alcaligenes latus*)等がある。入手容易な菌株としては、コマモナス・アシドボランズ IF013852、アルカリゲネス・ユートロファス ATCC 17009、アルカリゲネス・ユートロファス ATCC 11599、アルカリゲネス・ラタス ATCC 29713、ロドコッカス NCIMB 40126、ロドコッカス sp. ATCC 19070等がある。

【0014】上記のような微生物の菌体内にP(3HB-co-4HB)を蓄積させるには、微生物をその微生物の種類に応じた適当な培地に接種して、常法にしたがって培養して増殖させればよい。培地としては、公知のものをいづれも使用できるが、コマモナス属に属する微生物を用いる場合、炭素源としては、3-ヒドロキシ酪酸及び4-ヒドロキシ酪酸を使用する。その他の炭素源として、炭素原子数が偶数のアルカンジオール、γ-ブチロラクトン、4-アミノ酪酸等が例示される。その他、培地のpH、培養温度、培養時間等の培養条件も微生物の種類により適宜設定する。

【0015】

【実施例】以上、本発明を実施例によりさらに具体的に説明する。尚、本発明は、これらの実施例に限定されるものではない。

実施例1～4各実施例において、以下のようにしてP(3HB-co-4HB)を製造した。コモナス・アシドボランス(*Comamonas acidovorans*) IF013852を、肉エキス5g/L、ポリヘマトン10g/L、及び塩化ナトリウム5g/Lを含む天然培地で24時間好氣的に培養し増殖させて、次いで、菌体を遠心分離で回収した。続いて、下記組成の栄養制限のミネラル培地に、炭素源として3-ヒドロキシ酪酸(3HB)及び4-ヒドロキシ酪酸(4HB)を表1に示す割合でそれぞれ配合し、回収した菌体を懸濁して48時間培養した。

【0016】栄養制限のミネラル培地組成

$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.6 g/L
$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	7.16 g/L
KH_2PO_4	2.65 g/L
微量元素溶液(1)	1 ml/L

(1) 微量元素溶液組成(1N-HCl中)

$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	2.78 g/L
---	----------

NaCl	1.98 g/L
$\text{CaSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	2.81 g/L
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1.67 g/L
$\text{MnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.17 g/L
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.29 g/L

【0017】培養終了後、各培地から得た菌体を凍結乾燥した。培地1L当たりの乾燥菌体重量(g/L)を表1に示す。次いで、乾燥菌体を熱クロロホルムと混合し、該菌体からポリマーを抽出した後、ヘキサンを添加した。析出したポリマーの乾燥菌体重量中の含量(重量%)を表1に示す。また、各ポリマーをメチルエステル化してガスクロマトグラフィーにて分析した。各ポリマーの3HB成分含量と4HB成分含量を表1に示す。その結果、実施例1～4では、表1に示すようにそれぞれ1HB含量が56モル%、73モル%、80モル%及び88モル%のP(3HB-co-4HB)が得られ、実施例5では、トリ-4-ヒドロキシブチレートが得られたことが確認された。

【0018】

【表1】

実施例	炭素源 (g/L)		乾燥菌体重量 (g/L)	ポリマー含量 (重量%)	組成 (モル%)	
	3HB	4HB			3HB成分	4HB成分
実施例1	2.0	8.0	3.4	27	44	56
実施例2	1.5	8.5	3.5	26	27	73
実施例3	1.0	9.0	3.2	24	20	80
実施例4	0.5	9.5	3.3	23	17	83
実施例5	0	10.0	2.6	17	0	100

3HB:3-ヒドロキシ酪酸、4HB:4-ヒドロキシ酪酸

【0019】実施例6～9)上記実施例1～4で得られた4種類のP(3HB-co-4HB)をそれぞれアセトンに混合し、60℃で3時間加熱した後、遠心分離を行うことによってアセトンに可溶性ポリマーと不溶性ポリマーとに分別した。熱アセトン混合前のポリマーに対する熱アセトン可溶性ポリマーと、熱アセトン不溶性ポリマーの割合(重量%)を表2に示す。各実施例とも、P(3HB-co-4HB)は熱アセトンに可溶性ポリマーと不溶性ポリマーとに分けられ、可溶性ポリマーと不溶性ポリマー

の共重合組成をそれぞれメチルエステル化してガスクロマトグラフィーにて分析した。各ポリマーの3HB成分含量(モル%)と4HB成分含量(モル%)を表2に示す。この結果から、可溶性ポリマーはすべて4HB成分含量が高いP(3HB-co-4HB)であり、不溶性ポリマーは3HB成分含量が高いP(3HB-co-4HB)であることが確認された。

【0020】

【表2】

実施例	ポリマー	割合 (重量%)	組成 (モル%)	
			3HB成分	4HB成分
実施例6	実施例1で得られた P (3HB-co-4HB)	可溶ポリマ	92	30
		不溶ポリマ	8	71
実施例7	実施例2で得られた P (3HB-co-4HB)	可溶ポリマ	91	72
		不溶ポリマ	9	81
実施例8	実施例3で得られた P (3HB-co-4HB)	可溶ポリマ	88	78
		不溶ポリマ	12	68
実施例9	実施例4で得られた P (3HB-co-4HB)	可溶ポリマ	90	90
		不溶ポリマ	10	82

【0021】これらの実施例から、微生物によるP (3HB-co-4HB)の合成では、3HB成分含量が高いものと、4HB成分含量が高いものの2種類の共重合体が混合して得られる可能性があることがわかった。また、熱アセトンを用いることによって、4HB成分含量の高いP (3HB-co-4HB)を選択的に分離できることがわかった。

【0022】実施例10～13、実施例6～9で得られた熱アセトン可溶ポリマーを¹³C-NMRで解析した。40

MHz ¹³C-NMRにおけるカルボニル連鎖の相対ピーク面積から決定したダイアド連鎖のモル分率F₁₁、F₁₂、及びF₂₂を表3に示す。また、熱アセトン可溶ポリマー中の3HB成分と4HB成分のダイアド連鎖のモル分率から、モノマー反応比の積であるD値を下記式により算出した結果も表3に示す。

$$D = (F_{11} \cdot F_{22}) / (F_{12} \cdot F_{21})$$

【0023】

【表3】

実施例	ポリマー	ダイアド連鎖のモル分率*				D値*
		F ₁₁	F ₁₂	F ₂₁	F ₂₂	
実施例10	実施例6の可溶ポリマー	0.14	0.18	0.18	0.50	2.2
実施例11	実施例7の可溶ポリマー	0.05	0.15	0.16	0.63	1.6
実施例12	実施例8の可溶ポリマー	0.03	0.13	0.14	0.70	1.2
実施例13	実施例9の可溶ポリマー	0.01	0.05	0.06	0.83	1.3

* 400MHz ¹³C-NMRにおけるカルボニル連鎖の相対ピーク面積から決定

b) モノマー反応比の積 (D=F₁₁・F₂₂/F₁₂・F₂₁)

【0024】これらの結果から、各ポリマーともD値が1に極めて近いことが確認された。これは、統計的に3HB成分と4HB成分とがランダムに共重合していることを示しており（例えば、Yuji Saito and Yoshiharu Doi, Int. J. Biol. Macromol., 16, 99-104 (1994)参照）、熱アセトン可溶ポリマーはP (3HB-co-4HB)ランダム共重合体であることが確認された。

【0025】実施例14～22、比較例1～4、実施例1にしたがって、4HB成分含量が84モル%のP (3HB-co-4HB)を産生菌体重量当たり21重量%の含量で蓄積した菌体を得た。各実施例及び比較例において、表4に示した界面活性剤、即ちTween 80（非イオン系界面活性剤）、SDS（ドデシル硫酸ナトリウム、陰イオン系界面活性剤）又はCTAB（臭化セチルトリメチルア

ミモニウム、陽イオン系界面活性剤）をそれぞれ0.1重量%配合した300mlの抽出溶媒（表4参照）に、前記菌体（培養液300mlから遠心分離で得た湿菌体）を懸濁させた。得られた菌体懸濁液を、60℃に調整したウォータース内に浸してマグネチックスターラーで攪拌した。5時間後、菌体懸濁液をP.T.F.E製のメンブランフィルターで吸引ろ過し、得られた各アセトン溶液の100mlを、それぞれ表4に示した析出溶媒100mlに混合し、ポリマーを析出させた。

【0026】抽出前に菌体に含まれていたポリマーに対する抽出ポリマーの回収率（重量%）を表4に示す。また、得られたポリマーの純度、組成（3HB成分含量（モル%）及び4HB成分含量（モル%））、数平均分子量、並びに多分散度を表4に示す。尚、表中の比較例

1は乾燥菌体から熱クロロホルムで抽出した結果を示し、比較例2から4は湿菌体から界面活性剤を含まないアセトンを用いて抽出した結果を示している。

【0027】

【表4】

実施例No	抽出溶媒	界面活性剤	析出溶媒	回収率 (重量%)	純度 (重量%)	組成(モル%)		数平均 分子量	多分散度
						3HB成分	4HB成分		
実施例14	7-ヒン	SDS ^{a)}	蒸留水	30	70	4	96	9900	9.7
実施例15	7-ヒン	SDS ^{b)}	メタノール	58	100	4	96	207000	4.9
実施例16	7-ヒン	SDS ^{c)}	ヘキサソ	45	94	5	95	154000	6.0
実施例17	7-ヒン	Tween 80	蒸留水	19	100	5	95	102000	8.4
実施例18	7-ヒン	Tween 80	メタノール	57	100	4	96	172000	5.9
実施例19	7-ヒン	Tween 80	ヘキサソ	56	100	4	96	138000	6.6
実施例20	7-ヒン	CTAB ^{c)}	蒸留水	82	63	4	90	97000	9.6
実施例21	7-ヒン	CTAB ^{c)}	メタノール	42	74	4	96	214000	5.0
実施例22	7-ヒン	CTAB ^{c)}	ヘキサソ	35	70	6	94	208000	5.2
比較例1 ^{a)}	抽出液	—	ヘキサソ	100	100	4	96	214000	9.8
比較例2	7-ヒン	—	蒸留水	5	72	4	96	98300	9.7
比較例3	7-ヒン	—	メタノール	8	90	4	96	196000	5.2
比較例4	7-ヒン	—	ヘキサソ	7	99	4	96	182000	7.2

a) 乾燥菌体から熱クロロホルムによって抽出

b) ソジウムドデシル硫酸ナトリウム

c) 変性セチルトリメチルアンモニウム

【0028】共重合体の回収率は、アセトンに配合する界面活性剤と抽出に用いる抽出溶媒の種類によって異なった。ただし、回収した共重合体の純度をみると、界面活性剤としてSDS又はTween 80を用いた条件で抽出し、メタノール又はヘキサソに析出させた場合に高純度の共重合体が得られる結果となった。また、各条件で抽出した共重合体の分子量をみると、すべての条件とも析出させる抽出溶媒として、メタノール>ヘキサソ>蒸留水の順序に高くなることがわかった。さらに、多分散度をみると、メタノールに析出させた共重合体は、他の条件よりも狭くなることがわかった。

【0029】

【発明の効果】本発明のP(3HB-co-4HB)の製造方法によれば、湿菌体からP(3HB-co-4HB)を抽出

することができるため菌体の乾燥を行う必要がなく、しかも抽出時間も短縮することができるので、製造工程の効率化を図ることができる。更に、このような製造工程の効率化によりエネルギー消費量を低減することができ、経済性に優れる。また、菌体からのP(3HB-co-4HB)の抽出溶媒に用いるアセトンは回収・再利用が可能であり、抽出温度も通常50~60℃程度であることから、省エネルギーで安全に抽出することができる。更に、本発明によれば、菌体に3HB成分含量の高いP(3HB-co-4HB)と4HB成分の含量の高いP(3HB-co-4HB)（通常、4HB成分含量が60モル%以上のもの）とが蓄積されている場合に、4HB成分含量の高いP(3HB-co-4HB)を容易に粘度よく選択的に分離・精製することができる。

フロントページの続き

(72)発明者 武部 英司
神奈川県小田原市栢山788 明治製菓株式
会社薬品技術研究所内

(72)発明者 蛭田 修
神奈川県小田原市栢山788 明治製菓株式
会社薬品技術研究所内